

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΚΥΡΙΩΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΩΝ ΡΥΠΩΝ

Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται παρουσίαση των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν στην εργασία καθώς και των κύριων ποιοτικών χαρακτηριστικών των κύριων ατμοσφαιρικών ρύπων αλλά και γενικών πληροφοριών για αυτούς.

2.1 Παρουσίαση και προέλευση της Βάσης Δεδομένων

Χάρτης Σταθμών Μέτρησης Ατμοσφαιρικών Ρύπων στην Αττική



Τα δεδομένα που αφορούν τους ατμοσφαιρικούς ρύπους προέρχονται από το ΥΠ.Ε.ΧΩ.Δ.Ε. – Τμήμα Ποιότητας Ατμόσφαιρας που έχει υπό την εποπτεία του τους σταθμούς μέτρησης των ρύπων οι οποίοι είναι εγκατεστημένοι σε διάφορα αντιπροσωπευτικά σημεία της Αττικής σήμερα. Οι μετρήσεις των ρύπων που γίνονται σε κάθε σταθμό είναι ωριαίες. Τα αρχεία παρέχονται από τους σταθμούς αυτοματοποιημένα σε on line σύνδεση και είναι της μορφής txt files.

Για την κατάλληλη επεξεργασία τους μετατράπηκαν σε xls files και οι μεταβλητές που τελικά χρησιμοποιούνται είναι οι ημερήσιοι μέσοι όροι όπως προκύπτουν ως οι μέσοι των ημερήσιων μέσων του κάθε σταθμού. Για λόγους αρχείου στο παράρτημα όπου παρουσιάζονται οι ημερήσιοι μέσοι όροι των ρύπων, παρουσιάζονται και άλλες συμπληρωματικές μεταβλητές που δόθηκαν και αφορούν μετεωρολογικά δεδομένα καθώς και μετρήσεις στοιχείων που αφορούν τη ορθή λειτουργία του τεχνικού εξοπλισμού των σταθμών. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η εξαγωγή των μέσων όρων έγινε από όλα τα δεδομένα ώστε να μη χαθεί πληροφορία, παρόλο που η έναρξη λειτουργίας των σταθμών και κατά συνέπεια η έναρξη της μέτρησης κάποιων από τις μεταβλητές δεν ήταν ταυτόχρονη. Παρακάτω παρουσιάζεται ο πίνακας που παρέχει το χρονικό διάστημα που καλύπτει κάθε σταθμός για κάθε μεταβλητή.

Πίνακας 1- Σταθμοί Μέτρησης Ατμοσφαιρικών Ρύπων

ΣΤΑΘΜΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ 01.01.97-01.01.00	Ημερ/νία έναρξης των νέων σταθμών	CO	NO	NO2	NOX	SO2
Αριστοτέλους			+	+	+	+
Θρακομακεδόνες	11.01.00		+	+	+	
Βιομηχανική	11.01.00		+	+	+	+
Ελευσίνα	07.12.00		+	+	+	+
Γαλάτσι	06.12.00		+	+	+	+
Γουδί	01.11.00		+	+	+	
Πανεπιστημιούπολη	17.11.00		+	+	+	+
Αγία Παρασκευή	01.11.00		+	+	+	+
Αθήνα		+	+	+	+	+
Γεωπονικής		+	+	+	+	+
Λιοσίων			+	+	+	+
Λυκοβρύσης		+	+	+	+	+
Αμαρουσίου		+	+	+	+	+
Ν. Σμύρνης		+	+	+	+	+
Πατησίων		+	+	+	+	+
Πειραιά		+	+	+	+	+
Περιστερίου		+	+	+	+	+

ΣΤΑΘΜΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ 01.01.97-01.01.00	O3	TSP_C	TSP_m	PM10_C
Αριστοτέλους				+
Θρακομακεδόνες	+			+
Βιομηχανική	+			
Ελευσίνα	+			
Γαλάτσι	+			
Γουδί				+
Πανεπιστημιούπολη	+	+	+	+
Αγία Παρασκευή	+	+	+	+
Αθήνα	+			
Γεωπονικής	+			
Λιοσίων	+			
Λυκοβρύσης	+	+	+	+
Αμαρουσίου	+			+
Ν. Σμύρνης	+			
Πατησίων	+			
Πειραιά	+	+	+	+
Περιστερίου	+			

ΣΤΑΘΜΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	RH	WS	WD	T_st	AC	Bat.
01.01.97-01.01.00						
Αριστοτέλους				+	+	+
Θρακομακεδόνες	+	+	+	+	+	+
Βιομηχανική				+	+	+
Ελευσίνα				+	+	+
Γαλάτσι	+	+	+	+	+	+
Γουδί				+	+	+
Πανεπιστημιούπολη				+	+	+
Αγία Παρασκευή	+	+	+	+	+	+
Αθήνα				+	+	+
Γεωπονικής	+	+	+	+	+	+
Λιοσίων	+	+	+	+	+	+
Λυκοβρύσης	+	+	+	+	+	+
Αμαρουσίου	+	+	+	+	+	+
N. Σμόρνης				+	+	+
Πατησίων	+	+	+	+	+	+
Περαιά				+	+	+
Περιστερίου				+	+	+

Οι μεταβλητές CO, NO, NO₂, NO_x, SO₂, O₃, TSP_c, TSP_m, PM10_c, PM_10m αφορούν τις μετρήσεις των ατμοσφαιρικών ρύπων που αποτελούν τις μεταβλητές που χρησιμοποιούνται στις παρούσες στατιστικές αναλύσεις και στη συνέχεια παρουσιάζονται αναλυτικότερα. Όλες οι υπόλοιπες αναφέρονται πληροφοριακά: οι Ta (Temperature-θερμοκρασία), RH (Relative Humidity-σχετική υγρασία), WS (Wind Speed-ταχύτητα ανέμου), WD (Wind Direction-διεύθυνση ανέμου), αφορούν μετεωρολογικά δεδομένα που παρέχουν οι σταθμοί. Τέλος οι T_st (θερμοκρασία σταθμού), AC (τάση ρεύματος), Bat (μπαταρία σταθμού) αφορούν τις παραμέτρους που διασφαλίζουν τη σωστή λειτουργία των μηχανημάτων των σταθμών έτσι ώστε οι μετρήσεις να είναι αξιόπιστες.

Τα μετεωρολογικά δεδομένα προέρχονται από το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών. Οι μετρήσεις είναι επίσης ωριαίες. Οι μορφή των αρχείων που

διατίθενται είναι επίσης txt files που μετατράπηκαν σε xls files και στη συνέχεια σε ημερήσια στοιχεία.

2.2. Παρουσίαση των Κύριων Ατμοσφαιρικών Ρύπων

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι έξι κύριοι ατμοσφαιρικοί ρύποι, τα κύρια φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά τους. Αναφέρονται οι δυσμενέστερες επιπτώσεις τους στη δημόσια υγεία και στην ισορροπία του περιβάλλοντος. Τα αίτια για την εμφάνιση ή υπερβολική αύξηση των τιμών τους στην ατμόσφαιρα περιγράφονται με ποσοστιαία έκφραση της υπαιτιότητας τους για την εμφάνιση των ρύπων. Ο ποσοτικός αυτός υπολογισμός γίνεται με τη μέθοδο της πολυμεταβλητής στατιστικής ανάλυσης και προαπαιτεί κατά συνέπεια την ύπαρξη συνεχών μετρήσεων της έκλυσης καυσαερίων και αποβλήτων των υπεύθυνων ρυπογόνων πηγών (βιομηχανίες, σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, αυτοκινούμενων οχημάτων κλπ). Τα αποτελέσματα είναι απόρροια των αποτελεσμάτων της μεθόδου όπως αυτή εφαρμόζεται σε διάφορες, κυρίως αστικές περιοχές της Αμερικής (βλέπε ιστοσελίδα του U.S. Environmental Protection Agency).

Μονοξείδιο του Άνθρακα CO

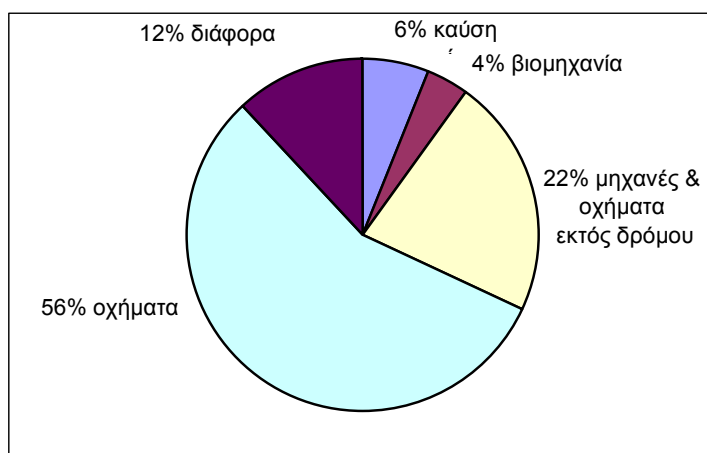
Γενικές πληροφορίες

Το μονοξείδιο του άνθρακα είναι ένα από τα οξείδια του άνθρακα και παράγεται από τη μερική καύση του άνθρακα. Είναι αέριο άχρωμο και άοσμο. Είναι το κύριο συστατικό των εξατμίσεων των οχημάτων που κινούνται στους δρόμους τα οποία και αποτελούν την κύρια πηγή παραγωγής του (56%). Για αυτό το λόγο άλλωστε τα υψηλότερα επίπεδα του παρατηρούνται τις ώρες αιχμής του κυκλοφοριακού φόρτου. Άλλες πηγές παραγωγής CO είναι οι βιομηχανίες (μεταλλουργία, χημικές), οι πυρκαγιές των δασών, ο καπνός του τσιγάρου κλπ. Σε εσωτερικούς χώρους οι υπεύθυνες πηγές παραγωγής του είναι κάποια από τα θερμαντικά σώματα.

Τα επίπεδα του CO στην ατμόσφαιρα θεωρείται ότι επηρεάζονται από τη θερμοκρασία αφού οι υψηλότερες τιμές του παρατηρούνται συνήθως τους μήνες του χειμώνα. Αυτό εξηγείται από τη δημιουργία στρώματος θερμού αέρα κάτω από το οποίο παγιδεύονται οι ρύποι κοντινή απόσταση από το έδαφος.

Η επιπτώσεις του για την δημόσια υγεία είναι άμεσες. Σε υψηλά επίπεδα είναι δηλητηριώδες αφού επηρεάζει άμεσα το κεντρικό νευρικό σύστημα. Ιδιαίτερα επίσης επηρεάζει ανθρώπους με καρδιακά προβλήματα.

Πηγές CO



Οξείδια του Αζώτου NO_x

Γενικές πληροφορίες

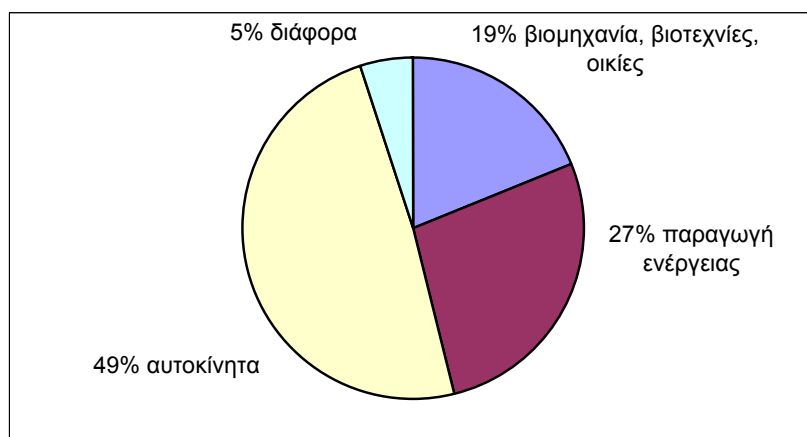
Με το γενικό όρο οξείδια του αζώτου ορίζονται γενικά οι ενώσεις αζώτου με οξυγόνο σε διάφορες αναλογίες. Οι κυριότερες και συνηθέστερες ενώσεις από αυτές είναι το μονοξείδιο NO και το διοξείδιο του αζώτου NO₂. Τα περισσότερα από αυτά είναι άχρωμα και άοσμα. Ωστόσο το διοξείδιο του αζώτου σε συνδυασμό με τα αιωρούμενα σωματίδια σκόνης της ατμόσφαιρα διακρίνεται ως ένα κόκκινο-καφέ στρώμα πάνω από πολλές αστικές περιοχές. Παράγονται κατά την ανάφλεξη των καυσίμων, δηλαδή κατά την καύση τους σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες. Κατά συνέπεια πηγές έκλυσης οξειδίων του αζώτου είναι κυρίως τα αυτοκίνητα, οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και γενικότερα οι βιομηχανίες.

Ευθύνονται για τη μόλυνση της ατμόσφαιρας και με έμμεσους τρόπους αφού όλα τα οξείδια του αζώτου είναι αέρια πολύ δραστικά και κάνουν εύκολα αντιδράσεις μέσα στην ατμόσφαιρα επηρεάζοντας τη χημεία της και κατά συνέπεια τη σύσταση της με τη δευτερογενή δημιουργία νέων ρύπων. Συνεισφέρουν έτσι στην δημιουργία του όζοντος, διαφόρων τοξικών ενώσεων στην ατμόσφαιρα, στη δημιουργία τοξικής βροχής με όλες τις συνέπειες στον υδροφόρο ορίζοντα, στην αύξηση των αιωρούμενων σωματιδίων της ατμόσφαιρας που μειώνουν την ορατότητα της. Τέλος ευθύνονται ως μία από τις βασικές συνιστώσες της αλλοίωσης του κλίματος και του φαινομένου του θερμοκηπίου στον πλανήτη.

Κύριο χαρακτηριστικό των οξειδίων του αζώτου και των παραγώγων τους ρύπων είναι ότι μεταφέρονται ακόμα και σε μεγάλες αποστάσεις ακολουθώντας την πορεία των ανέμων που επικρατούν στην περιοχή. Γεγονός που κάνει τις δυσμενείς επιπτώσεις τους να εμφανίζονται σε ευρύτερες περιοχές από την εστία παραγωγής τους.

Όπως φαίνεται από τα παραπάνω οι επιπτώσεις τους στη σύνθεση της ατμόσφαιρας και κατά συνέπεια στη δημόσια υγεία είναι πολλαπλές. Ειδικά το διοξείδιο του αζώτου δημιουργεί αναπνευστικά προβλήματα.

Πηγές NO_x



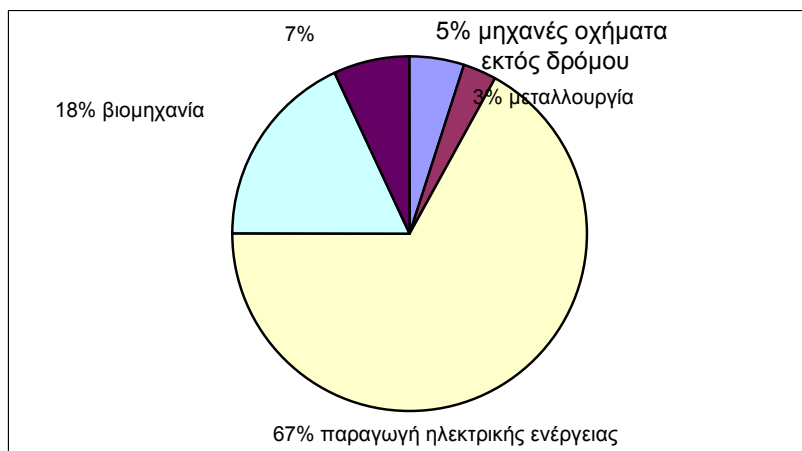
Διοξείδιο του Θείου SO_2

Γενικές πληροφορίες

Το διοξείδιο του θείου ανήκει στην οικογένεια των σουλφιδίων, αέρια των οποίων κύριο χαρακτηριστικό είναι ότι είναι διαλυτά στο νερό. Το θείο είναι συστατικό όλων των ακατέργαστων ορυκτών και του αργού πετρελαίου. Κατά την επεξεργασία των παραπάνω παράγονται τα σουλφίδια. Έτσι εντοπίζονται κατά την καύση καυσίμων που περιέχουν θείο, όπως ο άνθρακας και το πετρέλαιο, κατά τη διαδικασία εξαγωγής άνθρακα από τα ορυκτά, κατά την εξαγωγή βενζίνης από το πετρέλαιο καθώς και κατά την καύση καυσίμων σε διάφορα μηχανοκίνητα. Στην ατμόσφαιρα το διοξείδιο του θείου αντιδρά και σχηματίζει σουλφίδια και διάφορα παράγωγα επικίνδυνα για τη δημόσια υγεία. Εξ' αιτίας της διαλυτότητας του στο νερό σε συνδυασμό με την υγρασία της ατμόσφαιρας παράγει τοξικά παράγωγα.

Οι επιπτώσεις του διοξειδίου του θείου και γενικότερα των σουλφιδίων είναι παρόμοιες με τις επιπτώσεις των οξειδίων του αζώτου. Δημιουργούν άμεσα αναπνευστικά προβλήματα στον πληθυσμό τις ημέρες που βρίσκονται σε υψηλά επίπεδα, συνεισφέρουν στη δημιουργία τοξικής βροχής και αιωρούμενων σωματιδίων. Το διοξείδιο του θείου μεταφέρεται σε μεγάλες αποστάσεις μέσω του ανέμου και εναποτίθεται σε περιοχές μακριά από την εστία παραγωγής του.

Πηγές SO_2



Όζον O_3

Γενικές πληροφορίες

Με τον όρο όζον ορίζουμε το τριατομικό οξυγόνο, αέριο που κατά κύριο λόγο εκλύεται στην ατμόσφαιρα ως παράγωγο χημικών αντιδράσεων μέσα στην ίδια την ατμόσφαιρα και όχι ως παράγωγο διάφορων πηγών ρύπανσης όπως οι προαναφερθέντες ρύποι. Παράγεται με την αντίδραση οξειδίων του αζώτου με οργανικές ασταθείς ενώσεις σε συνθήκες υψηλών θερμοκρασιών και ηλιοφάνειας.

$$\text{Οργανικές Ενώσεις} + \text{NO}_x + \text{θερμότητα} + \text{ηλιοφάνεια} = \text{O}_3$$

Οι οργανικές ενώσεις παράγονται από τις ίδιες πηγές παραγωγής των οξειδίων του αζώτου. Έτσι ανιχνεύονται κυρίως στις εξατμίσεις των αυτοκινήτων, των βιομηχανιών και της βενζίνης. Επειδή η χημική αντίδραση για την παραγωγή όζοντος προϋποθέτει υψηλή θερμοκρασία και ηλιοφάνεια, το όζον έχει έντονα το χαρακτήρα εποχικού φαινομένου. Έτσι τους καλοκαιρινούς μήνες παρατηρούνται τα υψηλότερα επίπεδα του.

Οι επιπτώσεις του στη δημόσια υγεία και στα οικοσυστήματα είναι πολύ σοβαρές. Η χρόνια έκθεση ακόμα και σε χαμηλά επίπεδα μπορεί να δημιουργήσει παθήσεις των πνευμόνων.

Το όζον και οι χημικές ενώσεις από τις οποίες προέρχεται μεταφέρονται σε μεγάλες αποστάσεις με τον άνεμο επεκτείνοντας το πρόβλημα και σε άλλες περιοχές. Τέλος είναι πολύ σημαντικό να διευκρινιστεί ότι το όζον της **στρατόσφαιρας** έχει την ίδια χημική δομή με το όζον που θεωρείται ρύπος στα **χαμηλότερα στρώματα της ατμόσφαιρας**. Όμως όσο πολύτιμη και ζωτικής σημασίας είναι η παρουσία του όζοντος στη στρατόσφαιρα για την προστασία του οικοσυστήματος, τόσο βλαβερή είναι η παρουσία του στα χαμηλότερα στρώματα.

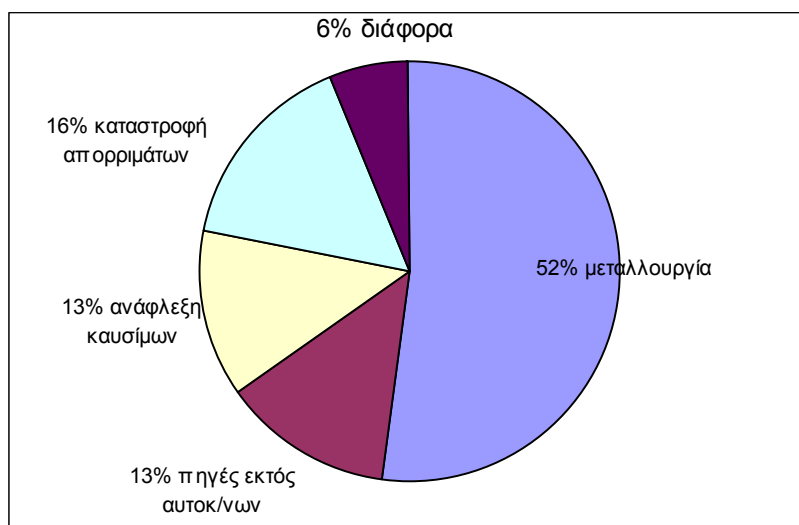
Μόλυβδος Pb

Γενικές πληροφορίες

Ο μόλυβδος είναι μέταλλο που συναντάται τόσο στο φυσικό περιβάλλον όσο και στα προϊόντα ή τα κατάλοιπα της βιομηχανικής παραγωγής. Η κυριότερη πηγή παραγωγής μολύβδου τις προγενέστερες δεκαετίες ήταν τα διάφορα αυτοκινούμενα οχήματα. Με την εφαρμογή της χρήσης της αμόλυβδης βενζίνης, η έκλυση μολύβδου στο περιβάλλον από τα οχήματα είναι περιορισμένη ενώ η κύρια πηγή παραγωγής μολύβδου είναι πλέον η βιομηχανία της μεταλλουργίας.

Οι επιπτώσεις του μολύβδου ακόμα και σε χαμηλά επίπεδα στον ανθρώπινο οργανισμό είναι πολύ σοβαρές. Ο μόλυβδος εισέρχεται και συσσωρεύεται στο αίμα και σε διάφορα ζωτικά όργανα του ανθρώπου. Βρίσκεται στην τροφή, στο νερό, στο έδαφος, στη σκόνη ακόμη και φυτά και τα ζώα, δηλαδή σε όλη τη φυσική αλυσίδα. Στον ανθρώπινο οργανισμό εισέρχεται μέσω της αναπνοής ή της κατάποσης. Η βλάβες που προκαλεί αφορούν τον εγκέφαλο, το νευρικό σύστημα, την καρδιακή λειτουργία και το αίμα. Η ύπαρξη του επηρεάζει ακόμη πιο δυσμενώς τα παιδιά και τα βρέφη.

Πηγές Pb



Αιωρούμενα Σωματίδια PM

Γενικές πληροφορίες

Ο όρος αιωρούμενο σωματίδιο (particulate matter - PM) περιγράφει τα διάφορα σωματίδια που βρίσκονται στην ατμόσφαιρα. Ο όρος αυτός περιλαμβάνει σωματίδια α) διαφορετικού διαμετρήματος ή χρώματος ώστε άλλα είναι ορατά με γυμνό μάτι ενώ άλλα ανιχνεύονται από ηλεκτρονικά μικροσκόπια, β) σωματίδια διαφορετικής σύστασης όπως σκόνη, βρωμιά, καπνό, σταγονίδια κλπ.

Εκλύονται στην ατμόσφαιρα είτε άμεσα είτε ως αποτέλεσμα χημικών διεργασιών μέσα σε αυτή. Άμεσα παράγονται από τα αυτοκίνητα, τα φορτηγά, τα λεωφορεία, τα εργοστάσια, τα κτίρια υπό κατασκευή, τους μη ασφαλισμένους δρόμους, την καύση του ξύλου.

Έμμεσα παράγονται μέσα στην ατμόσφαιρα υπό τις κατάλληλες συνθήκες από τις εξατμίσεις των αυτοκινήτων, των εργοστασίων κλπ. Οι εξατμίσεις αντιδρούν παρουσία της υγρασίας της ατμόσφαιρας, της ηλιακής ακτινοβολίας, καθώς και χημικών ενώσεων που παίζουν το ρόλο διαλύτη, παράγοντας σωματίδια που αιωρούνται και παραμένουν στην ατμόσφαιρα για μεγάλα χρονικά διαστήματα.

προϊόντα εξατμίσεων + υγρασία + αμμωνία + διαλύτες + ηλιοφάνεια = PM

Οι επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου και στην ισορροπία του φυσικού περιβάλλοντος είναι σημαντικές. Συνδέονται από πολλούς επιστήμονες με ασθένειες των πνευμόνων όπως άσθμα, χρόνια βρογχίτιδα, πνευμονικές δυσλειτουργίες κλπ.

Μειώνουν την ορατότητα και προκαλούν ζημιές στο φυσικό και αστικό περιβάλλον. Έτσι κάνουν οξικά ποτάμια και λίμνες, διαταράσσουν την ισορροπία σε παράκτια ύδατα και γενικά σε κάθε ευαίσθητο οικοσύστημα. Η καπνιά που θεωρείται ένα από τα PM ευθύνεται για την καταστροφή μνημείων και αρχαιοτήτων αφού καταστρέφει και λεκιάζει υλικά - όπως η πέτρα κλπ - από τα οποία είναι φτιαγμένα τα μνημεία.

